

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-163786

(43)Date of publication of application : 10.06.2004

(51)Int.Cl.

G02B 13/00

G02B 13/18

(21)Application number : 2002-331617

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 15.11.2002

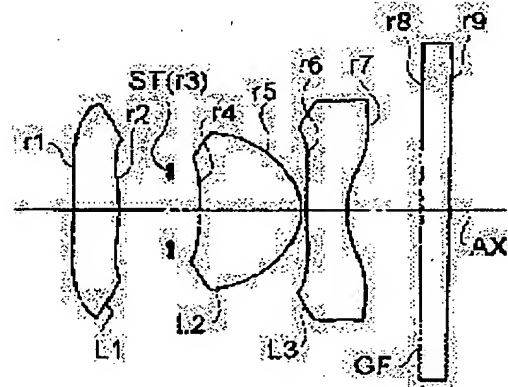
(72)Inventor : ISONO MASAFUMI

## (54) IMAGING LENS

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an imaging lens for a solid-state imaging device whose optical performance is excellent, whose performance degradation is restrained to be little with respect to temperature change and which is inexpensive and compact by appropriately arranging a glass lens and a plastic lens.

**SOLUTION:** The imaging lens forming an image on the solid-state imaging device is constituted of three lenses. It is constituted of a first positive lens (L1), an aperture diaphragm (ST), a second positive lens (L2), and a third negative lens (L3) whose concave surface faces an image surface side in order from an object side. Either the first or the second lens (L1 or L2) is the glass lens and the other is the plastic lens, and the third lens (L3) is the plastic lens. The lens constitution satisfies a conditional expression:  $0.3 < f/fG < 2.6$  (f: the focal distance of an entire system, and fG: the focal distance of the positive glass lens).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.08.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is the image pick-up lens of the three lens configuration which forms an image in a solid state image sensor. Sequentially from a body side The 1st forward lens, It consists of an aperture diaphragm, the 2nd forward lens, and the 3rd negative lens that turned the concave surface to the image surface side. Image pick-up lens which either of said 1st and 2nd lens is a glass lens, another side is a plastic lens, and said 3rd lens is a plastic lens, and is characterized by satisfying the following conditional expression (1);

$$0.3 < f/fG < 2.6 \quad (1)$$

It corrects,

f: The focal distance of the whole system,

fG: The focal distance of a forward glass lens,

It comes out.

[Claim 2]

It is the image pick-up lens of the three lens configuration which forms an image in a solid state image sensor. Sequentially from a body side The 1st forward lens, It consists of an aperture diaphragm, the 2nd forward lens, and the 3rd negative lens that turned the concave surface to the image surface side. Image pick-up lens which either of said 1st and 2nd lens is a glass lens, another side is a plastic lens, and said 3rd lens is a plastic lens, and is characterized by satisfying the following conditional expression (2);

$$0.05 < TG/fG < 1.35 \quad (2)$$

It corrects,

TG: Shaft top lens thickness of a forward glass lens,

fG: The focal distance of a forward glass lens,

It comes out.

[Claim 3]

It is the image pick-up lens of the three lens configuration which forms an image in a solid state image sensor. Sequentially from a body side The 1st forward lens, It consists of an aperture diaphragm, the 2nd forward lens, and the 3rd negative lens that turned the concave surface to the image surface side. Image pick-up lens which either of said 1st and 2nd lens is a glass lens, another side is a plastic lens, and said 3rd lens is a plastic lens, and is characterized by satisfying the following conditional expression (3);

$$|f_3|/f_P < 2.6 \quad (3)$$

It corrects,

$f_3$ : The focal distance of the 3rd lens,

$f_P$ : The focal distance of a forward plastic lens,

It comes out.

[Claim 4]

It is the image pick-up lens of the three lens configuration which forms an image in a solid state image sensor. Sequentially from a body side The 1st forward lens, It consists of an aperture diaphragm, the 2nd forward lens, and the 3rd negative lens that turned the concave surface to the image surface side. Image pick-up lens which either of said 1st and 2nd lens is a glass lens, another side is a plastic lens, and said 3rd lens is a plastic lens, and is characterized by satisfying the following conditional expression (4);

$$0.05 < T_3 / f < 0.5 \quad (4)$$

It corrects,

$T_3$ : Shaft top lens thickness of the 3rd lens,

$f$ : The focal distance of the whole system,

It comes out.

[Claim 5]

It is the image pick-up lens of the three lens configuration which forms an image in a solid state image sensor. Sequentially from a body side The 1st forward lens, It consists of an aperture diaphragm, the 2nd forward lens, and the 3rd negative lens that turned the concave surface to the image surface side. Image pick-up lens which either of said 1st and 2nd lens is a glass lens, another side is a plastic lens, and said 3rd lens is a plastic lens, and is characterized by satisfying the following conditional expression (5);

$$VG > 58 \quad (5)$$

It corrects,

$VG$ : The Abbe number of a forward glass lens,

It comes out.

---

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

#### [Field of the Invention]

This invention relates to the small image pick-up lens suitable for the digital input devices (a digital still camera, digital camcorder, etc.) which incorporate the image of a photographic subject with a solid state image sensor in more detail about an image pick-up lens.

[0002]

#### [Description of the Prior Art]

In recent years, a digital still camera, a digital camcorder, etc. which can incorporate image information to a digital instrument easily are spreading by the individual user level with the spread of personal computers etc. (only henceforth a "digital camera"). It is expected that such a digital camera continues to spread increasingly as an input device of image information.

[0003]

Moreover, the miniaturization of solid state image sensors, such as CCD (Charge Coupled Device) carried in a digital camera, is progressing, and the digital camera is also asked for much more miniaturization in connection with it. For this reason, miniaturization is strongly requested also from the image pick-up lens which occupies the greatest volume in a digital input device. Although the easiest approach makes size of a solid state image sensor small for miniaturizing an image pick-up lens, it is necessary to make size of a photo detector small for that purpose, and while the manufacture difficulty of a solid state image sensor goes up, the engine performance required of an image pick-up lens also becomes high.

[0004]

On the other hand, if the size of a solid state image sensor is left as it is and size of an image pick-up lens is made small, an exit pupil location will approach the image surface inevitably. If an exit pupil location approaches the image surface, in order that the axial outdoor daylight bundle injected from the image pick-up lens may carry out incidence aslant to the image surface, the condensing engine performance of the micro lens prepared in the front face of a solid state image sensor will not fully be demonstrated, but the problem that the brightness of an image changes extremely by the image center section and the image periphery will arise. If it is going to detach the exit pupil location

of an image pick-up lens in the distance in order to solve this problem, enlargement of the whole image pick-up lens will never no longer be avoided.

[0005]

Furthermore, the request of low-cost-izing is becoming strong also at an image pick-up lens for a low-pricing competition in recent years. The image pick-up lens of the three lens configuration for solid state image sensors is proposed by the patent reference 1 and 2 to the above requests.

[0006]

[Patent reference 1]

\*\* table No. 517773 [ 2002 to ] official report

[Patent reference 2]

JP,2002-98889,A

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

However, as for the image pick-up lens of patent reference 1 publication, all lenses consist of plastic lenses. For this reason, there is a problem that performance degradation is large, to a temperature change. Moreover, a field angle is about 50 degrees and a field angle is not enough to use it as an image pick-up lens. Although the image pick-up lens of patent reference 2 publication consists of two glass lenses and one plastic lens, in spite of using two glass lenses, with this configuration, the performance degradation by the temperature change will become large. Furthermore, since no less than two sheets are using the glass lens, it will become high cost.

[0008]

Optical-character ability is good by making this invention in view of such a situation, and arranging a glass lens and a plastic lens appropriately, and to a temperature change, there is little performance degradation and it aims at offering low cost and the compact image pick-up lens for solid state image sensors.

[0009]

[Means for Solving the Problem]

In order to attain the above-mentioned purpose, the image pick-up lens of the 1st invention It is the image pick-up lens of the three lens configuration which forms an image in a solid state image sensor. Sequentially from a body side The 1st forward lens, It consists of an aperture diaphragm, the 2nd forward lens, and the 3rd negative lens that turned the concave surface to the image surface side. Either of said 1st and 2nd lens is a glass lens, another side is a plastic lens, said 3rd lens is a plastic lens, and it is characterized by satisfying the following conditional expression (1).

$$0.3 < f/fG < 2.6 \quad \text{-- (1)}$$

It corrects,

f: The focal distance of the whole system,

fG: The focal distance of a forward glass lens,

It comes out.

[0010]

The image pick-up lens of the 2nd invention is an image pick-up lens of the three lens configuration which forms an image in a solid state image sensor. Sequentially from a body side The 1st forward lens, It consists of an aperture diaphragm, the 2nd forward lens, and the 3rd negative lens that turned the concave surface to the image surface side. Either of said 1st and 2nd lens is a glass lens, another side is a plastic lens, said 3rd lens is a plastic lens, and it is characterized by satisfying the following conditional expression (2).

$$0.05 < TG/fG < 1.35 \quad \text{-- (2)}$$

It corrects,

TG: Shaft top lens thickness of a forward glass lens,

fG: The focal distance of a forward glass lens,

It comes out.

[0011]

The image pick-up lens of the 3rd invention is an image pick-up lens of the three lens configuration which forms an image in a solid state image sensor. Sequentially from a body side The 1st forward lens, It consists of an aperture diaphragm, the 2nd forward lens, and the 3rd negative lens that turned the concave surface to the image surface side. Either of said 1st and 2nd lens is a glass lens, another side is a plastic lens, said 3rd lens is a plastic lens, and it is characterized by satisfying the following conditional expression (3).

$$|f3|/fP < 2.6 \quad \text{-- (3)}$$

It corrects,

f3: The focal distance of the 3rd lens,

fP: The focal distance of a forward plastic lens,

It comes out.

[0012]

The image pick-up lens of the 4th invention is an image pick-up lens of the three lens configuration which forms an image in a solid state image sensor. Sequentially from a body side The 1st forward lens, It consists of an aperture diaphragm, the 2nd forward lens, and the 3rd negative lens that turned the concave surface to the image surface side.

Either of said 1st and 2nd lens is a glass lens, another side is a plastic lens, said 3rd lens is a plastic lens, and it is characterized by satisfying the following conditional expression (4).

$$0.05 < T3 / f < 0.5 \quad \text{-- (4)}$$

It corrects,

T3: Shaft top lens thickness of the 3rd lens,

f: The focal distance of the whole system,

It comes out.

[0013]

The image pick-up lens of the 5th invention is an image pick-up lens of the three lens configuration which forms an image in a solid state image sensor. Sequentially from a body side The 1st forward lens, It consists of an aperture diaphragm, the 2nd forward lens, and the 3rd negative lens that turned the concave surface to the image surface side. Either of said 1st and 2nd lens is a glass lens, another side is a plastic lens, said 3rd lens is a plastic lens, and it is characterized by satisfying the following conditional expression (5).

$$VG > 58 \quad \text{-- (5)}$$

It corrects,

VG: The Abbe number of a forward glass lens,

It comes out.

[0014]

[Embodiment of the Invention]

Hereafter, the gestalt of operation of the image pick-up lens concerning this invention is explained, referring to a drawing. An optical cross section shows the lens configuration of the gestalt of the 1st - the 3rd operation to drawing 1 -3, respectively. The image pick-up lens of the gestalt of each operation is all a single focal lens for an image pick-up (for example, for digital cameras) which forms an optical image to a solid state image sensor (for example, CCD). And it has three lens composition of the 1st forward lens (L1), an aperture diaphragm (ST) and the 2nd forward lens (L2), the 3rd negative lens (L3) that turned the concave surface to the image surface side, and \*\* sequentially from the body side, and the glass filter (GF) of the shape of a plane-parallel plate equivalent to an optical low pass filter etc. is arranged at the image surface side. Moreover, in the gestalt of the 1st - the 3rd operation, all lens sides (r1, r2, r4-r7) are the aspheric surface.

[0015]

The lens configuration of the gestalt of each operation is explained in more detail. It is the plastic lens which has the forward meniscus configuration where the 1st lens (L1)

turned the convex to the image surface side in the gestalt of the 1st operation, and the 2nd lens (L2) is a glass lens which has the forward meniscus configuration where the convex was turned to the image surface side, and the 3rd lens (L3) is a plastic lens which has the negative meniscus configuration where the concave surface was turned to the image surface side. In the gestalt of the 2nd operation, the 1st lens (L1) is a glass lens which has the forward meniscus configuration where the convex was turned to the body side, the 2nd lens (L2) is a plastic lens which has the forward meniscus configuration where the convex was turned to the image surface side, and the 3rd lens (L3) is a negative plastic lens which has both the concave configuration. It is the glass lens which has the forward meniscus configuration where the 1st lens (L1) turned the convex to the body side in the gestalt of the 3rd operation, and the 2nd lens (L2) is a plastic lens which has the forward meniscus configuration where the convex was turned to the image surface side, and the 3rd lens (L3) is a plastic lens which has the negative meniscus configuration where the concave surface was turned to the image surface side.

[0016]

Arrangement of power (amount defined by the inverse number of a focal distance) sets in forward, forward, and a negative lens type like the gestalt of each operation. By using either of the 1st and 2nd lens (L1, L2) into a glass lens, using another side as a plastic lens, and using the 3rd lens (L3) as the plastic lens which turned the concave surface to the image surface side It becomes possible to make the exit pupil location required for an image pick-up lens, the optical-character ability, the cost, compactability, and manufacturability for solid state image sensors balance good. The conditions for realizing this effectively are explained below.

[0017]

First, the conditional expression which the image pick-up lens of the gestalt of each operation should satisfy, i.e., conditional expression with desirable filling in the type image pick-up lens like the gestalt of each operation, is explained. However, if it is necessary to fill to coincidence no conditional expression explained below and each conditional expression is independently satisfied according to an optical configuration, respectively, it is possible to attain operation and effectiveness of corresponding. Of course, it cannot be overemphasized that it is more more desirable from viewpoints, such as optical-character ability, a miniaturization, manufacture, and assembly, to satisfy two or more conditional expression.

[0018]

It is desirable to satisfy the following conditional expression (1).

$$0.3 < f/f_G < 2.6 \quad (1)$$



It corrects,

f: The focal distance of the whole system,

fG: The focal distance of a forward glass lens,

It comes out.

[0019]

Conditional expression (1) has specified the condition range for making the engine-performance change and each aberration engine performance by the temperature change balance about the forward glass lens of forward, forward, and negative. If the minimum of conditional expression (1) is exceeded, the engine-performance change by the temperature change will become large. On the contrary, although the engine-performance change by the temperature change will become small if the upper limit of conditional expression (1) is exceeded, distortion aberration and comatic aberration will get worse.

[0020]

It is desirable to satisfy the following conditional expression (2).

$$0.05 < TG/fG < 1.35 \quad \cdots (2)$$

It corrects,

TG: Shaft top lens thickness of a forward glass lens,

fG: The focal distance of a forward glass lens,

It comes out.

[0021]

Conditional expression (2) has specified the condition range for making the engine-performance change and the manufacture conditions of a glass lens by the temperature change balance about the forward glass lens of forward, forward, and negative. If the upper limit of conditional expression (2) is exceeded, the engine-performance change by the temperature change will become large. Although the engine-performance change by the temperature change becomes small, a glass lens becomes thin too much, and it becomes impossible for the thickness in a lens periphery to fully secure it, and it becomes impossible on the contrary, to manufacture it, if the minimum of conditional expression (2) is exceeded.

[0022]

It is desirable to satisfy the following conditional expression (3).

$$|f3|/fP < 2.6 \quad \cdots (3)$$

It corrects,

f3: The focal distance of the 3rd lens (L3),

fP: The focal distance of a forward plastic lens,

It comes out.

[0023]

Conditional expression (3) has specified the condition range for making the engine-performance change by the temperature change balance about plastic lenses other than a glass lens. If it separates from the condition range of conditional expression (3), the engine-performance change by the temperature change will become large.

[0024]

It is desirable to satisfy the following conditional expression (4).

$$0.05 < T3 / f < 0.5 \quad (4)$$

It corrects,

T3: Shaft top lens thickness of the 3rd lens (L3),

f: The focal distance of the whole system,

It comes out.

[0025]

Conditional expression (4) has specified the condition range for making the engine-performance change and each aberration engine performance by the temperature change balance about the 3rd lens (L3) which is the only negative lens among forward, forward, and negative. If the upper limit of conditional expression (4) is exceeded, the engine-performance change by the temperature change will become large. On the contrary, although the engine-performance change by the temperature change will become small if the minimum of conditional expression (4) is exceeded, distortion aberration and comatic aberration will get worse.

[0026]

It is desirable to satisfy the following conditional expression (5).

$$VG > 58 \quad (5)$$

It corrects,

VG: The Abbe number of a forward glass lens,

It comes out.

[0027]

Conditional expression (5) has specified the condition range about chromatic-aberration amendment of a glass lens. If it separates from the condition range of conditional expression (5), chromatic-aberration amendment of a glass lens will run short, and chromatic aberration will get worse as a whole. Moreover, if it is going to be satisfied with a plastic lens of conditional expression (5), it will become a very expensive ingredient.

[0028]

Like the gestalt of each operation, it is desirable for the 1st [ at least ] page of all lenses to be the aspheric surface. Establishing the 1st [ at least ] page of the aspheric surface in each of the 1st - the 3rd lens (L1-L3) has big effectiveness in amendment of spherical aberration, comatic aberration, and distortion aberration. Moreover, although the image pick-up lens of the gestalt of each operation consists of only refraction mold lenses (that is, lens of the type with which a deviation is performed by the interface of the media which have a different refractive index) which deflect an incident ray according to a refraction operation, an usable lens is not restricted to this. For example, the diffraction mold lens which deflects an incident ray according to a diffraction operation, refraction / diffraction hybrid mold lens which deflects an incident ray in the combination of a diffraction operation and a refraction operation, the gradient index lens which deflects an incident ray according to the refractive-index distribution in a medium may be used. However, in order that the complicated process may cause a cost rise, as for the gradient index lens from which a refractive index changes within a medium, it is desirable to use a homogeneity material lens as three lenses (L1-L3) with the image pick-up lens concerning this invention.

[0029]

Moreover, in the gestalt of each operation, a rear stirrup may bend an optical path on the way before an image pick-up lens by arranging the field (for example, a reflector, a refracting interface, a diffraction side) which does not have optical power in an optical path. It is possible to attain thin-shape-izing and the miniaturization on the appearance of the digital input devices (digital camera etc.) by which an image pick-up lens is carried by proper bending of an optical path that what is necessary is just to set up a bending location if needed. Moreover, the flux of light regulation plate for extracting and cutting the unnecessary light other than (ST) etc. may be arranged if needed.

[0030]

The image pick-up lens of the gestalt of each operation fits the use as a small image pick-up lens for digital input devices, and can constitute the image pick-up lens equipment which incorporates the image of a photographic subject optically and is outputted as an electric signal by combining this with an optical low pass filter or a solid state image sensor. the camera with which image pick-up lens equipment is used for still picture photography and animation photography of a photographic subject -- {-- for example digital camera; -- video camera; -- built-in to a digital video unit, a personal computer, a mobile computer, a wand reader, a cellular phone, a Personal Digital Assistant (PDA:Personal Digital Assistant), etc. or it is the main component of camera}

by which external is carried out, for example, it comes out with the image pick-up lens which forms an objective optical image sequentially from a body (photographic subject) side, an optical low pass filter, and the solid state image sensor which changes into an electric signal the optical image formed with the image pick-up lens, and is constituted.  
[0031]

Therefore, invention (i) which has the following configurations - (iv) are contained in the gestalt of each operation mentioned above, by the configuration, it has good optical-character ability and compact image pick-up lens equipment can be realized by low cost. And if this is applied to a digital camera etc., it can contribute to high-performance-izing of the camera concerned, advanced features, low-cost-izing, and miniaturization.

(i) The image pick-up lens which forms an optical image, and the solid state image sensor which changes into an electric signal the optical image formed with the image pick-up lens, It is preparation \*\*\*\*\* lens equipment. Said image pick-up lens sequentially from a body side The 1st forward lens, It consists of an aperture diaphragm, the 2nd forward lens, and the 3rd negative lens that turned the concave surface to the image surface side. Image pick-up lens equipment which either of said 1st and 2nd lens is a glass lens, another side is a plastic lens, and said 3rd lens is a plastic lens, and is characterized by satisfying at least one of said conditional-expression (1) - (5).

(ii) The image pick-up lens which forms an optical image, and the solid state image sensor which changes into an electric signal the optical image formed with the image pick-up lens, It is preparation \*\*\*\*\* lens equipment. Said image pick-up lens sequentially from a body side The 1st forward lens, It consists of an aperture diaphragm, the 2nd forward lens, and the 3rd negative lens. Either of said 1st and 2nd lens The glass lens of a meniscus configuration, Image pick-up lens equipment which another side is the plastic lens of a meniscus configuration, and said 3rd lens is a plastic lens of the meniscus configuration where the concave surface was turned to the image surface side, or both the concave configuration, and is characterized by satisfying at least one of said conditional-expression (1) - (5).

(iii) Image pick-up lens equipment the above (i) characterized by said 1st [ the ] - the 3rd lens having the 1st [ at least ] page of the aspheric surface, respectively, or given in (ii).

(iv) Image pick-up lens equipment of any one publication of the above (i) characterized by all of said 1st [ the ] - the 3rd lens being homogeneity material lenses - (iii).

[0032]

CCD, a CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) sensor, etc. which consist, for example of two or more pixels as a solid state image sensor are used, and the optical

image formed with the image pick-up lens is changed into an electric signal by the solid state image sensor. When the optical image which should be formed with an image pick-up lens passes the optical low pass filter which has the predetermined cut-off frequency property determined with the pixel pitch of a solid state image sensor, spatial frequency characteristics are adjusted so that the so-called clinch noise generated in case it is changed into an electric signal may be minimized. Predetermined digital image processing, picture compression processing, etc. are performed if needed, it is recorded on memory (semiconductor memory, optical disk, etc.) as a digital video signal, a cable is minded depending on the case, or the signal generated with the solid state image sensor is changed into an infrared signal, and is transmitted to other devices.

[0033]

In addition, although the optical low pass filter arranged between the last side of an image pick-up lens and a solid state image sensor is constituted from the gestalt of each operation by the glass filter (GF), it should just respond to the digital input device used. For example, a birefringence mold low pass filter made from Xtal with which the predetermined crystal orientation was adjusted, the phase mold low pass filter which attains the property of optical cut-off frequency needed according to the diffraction effect are applicable.

[0034]

[Example]

Hereafter, construction data etc. are mentioned and the image pick-up lens which carried out this invention is explained still more concretely. The examples 1-3 given here are equivalent to the gestalt of the 1st - the 3rd operation mentioned above, respectively, and the lens block diagram ( drawing 1 - drawing 3 ) showing the gestalt of the 1st - the 3rd operation shows the lens configuration of the corresponding examples 1-3, respectively. In the construction data of each example,  $r_i$  ( $i= 1, 2$  and  $3, \dots$ ) is counted from a body side. The radius of curvature of the  $i$ -th field (mm),  $d_i$  ( $i= 1, 2$  and  $3, \dots$ ) is counted from a body side, shows the  $i$ -th axial top-face spacing (mm), counts nickel ( $i= 1, 2, 3, 4$ ) and  $n_{ui}$  ( $i= 1, 2, 3, 4$ ) from a body side, and shows the refractive index ( $N_d$ ) and the Abbe number ( $n_{ud}$ ) to d line of the  $i$ -th optical element. The focal distance ( $f$ , mm) and the f number (FNO) of the whole system are united with other data, and are shown, and the correspondence value of a monograph affair type is shown in Table 1.

[0035]

It shall be shown that the field where \* mark was given to radius of curvature  $r_i$  is a field which has a refraction operation equivalent to the dioptrics side of an aspheric

surface configuration or the aspheric surface, and it shall define as the formula (AS) of the following showing the field configuration of the aspheric surface. The aspheric surface data of each example are set by other data, and are shown.

$$X(H) = (C0, H^2) / \{1 + \sqrt{1 - \epsilon \cdot C0^2, H^2}\} + \sum (Ai \cdot Hi) \quad \text{-- (AS)}$$

However, inside of a formula (AS),

X (H): The amount of displacement of the direction of an optical axis (AX) in the location of height H (plane peak point criteria),

H: It is the height of a perpendicular direction to an optical axis (AX),

C0: Paraxial curvature (= 1/radius of curvature),

epsilon: secondary curved-surface parameter,

Ai: i -- the following aspheric surface multiplier (the data in Ai=0 are omitted.),

It comes out.

[0036]

Drawing 4 - drawing 6 are the aberration Figs. corresponding to an example 1 - an example 3, and (A) is [ an astigmatism Fig. and (C of a spherical-aberration Fig. and (B)) ] distortion aberration Figs. among drawing 4 - drawing 6 {the FNO: f number and the Y': maximum image quantity (mm)}. In the spherical-aberration Fig., the continuous line (d) expresses each amount [ as opposed to / as opposed to / in d line and an alternate long and short dash line (g) / g line / c line in a two-dot chain line (c) ] of spherical aberration (mm), and the broken line (SC) expresses the sine-condition dissatisfied amount (mm). In the astigmatism Fig., each astigmatism [ as opposed to / as opposed to / in a broken line (DM) / a meridional side / d line in a sagittal side in a continuous line (DS) ] (mm) is expressed. Moreover, in the distortion aberration Fig., the continuous line expresses the distortion (%) to d line.

[0037]

## 《実施例1》

f=3.382, FN0=2.80

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

r1\*= -10.748

d1= 0.756 N1=1.53048  $\nu$  1= 55.72(L1)

r2\*= -6.165

d2= 0.933

r3=  $\infty$ (ST)

d3= 0.500

r4\*= -12.672

d4= 1.734 N2=1.48749  $\nu$  2= 70.44(L2)

r5\*= -0.898

d5= 0.100

r6\*= 5.623

d6= 0.700 N3=1.58340  $\nu$  3= 30.23(L3)

r7\*= 1.145

d7= 1.300

r8=  $\infty$ d8= 0.500 N4=1.51680  $\nu$  4= 64.20(GF)r9=  $\infty$ 

[0038]

[Page [ 1st ] (r1) aspheric surface data]

epsilon=-0.49000x10<sup>2</sup>, A4= 0.19628x10<sup>-1</sup>, A6= 0.42261x10<sup>-2</sup>, A8=-0.14046x10<sup>-2</sup>, A10= 0.24571x10<sup>-3</sup>

[Page [ 2nd ] (r2) aspheric surface data]

epsilon=-0.61499x10, A4= 0.46300x10<sup>-1</sup>, A6= 0.58156x10<sup>-2</sup>, A8=-0.55287x10<sup>-2</sup>, A10= 0.25143x10<sup>-2</sup>

[Page [ 4th ] (r4) aspheric surface data]

epsilon=-0.10000x10, A4=-0.36178x10<sup>-1</sup>, A6=-0.35359x10<sup>-1</sup>, A8= 0.33661x10<sup>-1</sup>,

A10=-0.76906x10<sup>-1</sup>

[Page [ 5th ] (r5) aspheric surface data]

epsilon=-0.10000x10, A4= 0.88131x10<sup>-2</sup>, A6=-0.10394, A8= 0.66365x10<sup>-1</sup>,

A10=-0.21004x10<sup>-1</sup>

[Page [ 6th ] (r6) aspheric surface data]

epsilon=-0.19193x10, A4=-0.51842x10<sup>-1</sup>, A6= 0.75512x10<sup>-3</sup>, A8= 0.23514x10<sup>-2</sup>,

A10=-0.21619x10<sup>-2</sup>

[Page [ 7th ] (r7) aspheric surface data]

epsilon=-0.45157x10, A4=-0.44404x10<sup>-1</sup>, A6= 0.19663x10<sup>-1</sup>, A8=-0.73281x10<sup>-2</sup>, A10=

0.92529x10<sup>-3</sup>

[0039]

## 《実施例 2》

f=5.403, FN0=2.80

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

r1\*= 3.427

d1= 1.256 N1=1.58913 ν1= 61.28(L1)

r2\*= 13.824

d2= 0.643

r3= ∞(ST)

d3= 0.972

r4\*= -3.551

d4= 1.640 N2=1.53048 ν2= 55.72(L2)

r5\*= -1.328

d5= 0.100

r6\*= -31.222

d6= 1.584 N3=1.58340 ν3= 30.23(L3)

r7\*= 2.125

d7= 0.800

r8= ∞

d8= 0.500 N4=1.51680 ν4= 64.20(GF)

r9= ∞



[0040]

[Page [ 1st ] (r1) aspheric surface data]

epsilon= 0.45664, A4= 0.50687x10<sup>-2</sup>, A6= 0.84990x10<sup>-3</sup>, A8=-0.13419x10<sup>-4</sup>, A10= 0.45261x10<sup>-4</sup>

[Page [ 2nd ] (r2) aspheric surface data]

epsilon= 0.13638x10<sup>2</sup>, A4= 0.12538x10<sup>-1</sup>, A6=-0.40314x10<sup>-2</sup>, A8= 0.29052x10<sup>-2</sup>, A10=-0.63264x10<sup>-3</sup>

[Page [ 4th ] (r4) aspheric surface data]

epsilon= 0.20000x10, A4=-0.17811x10<sup>-1</sup>, A6=-0.44803x10<sup>-1</sup>, A8= 0.25403x10<sup>-1</sup>, A10=-0.27515x10<sup>-2</sup>

[Page [ 5th ] (r5) aspheric surface data]

epsilon= 0.28496, A4=-0.90398x10<sup>-3</sup>, A6= 0.58812x10<sup>-2</sup>, A8=-0.40268x10<sup>-2</sup>, A10= 0.10098x10<sup>-2</sup>

[Page [ 6th ] (r6) aspheric surface data]

epsilon= 0.0; A4=-0.60414x10<sup>-1</sup>, A6= 0.15910x10<sup>-1</sup>, A8=-0.10850x10<sup>-2</sup>, A10=-0.90198x10<sup>-4</sup>

[Page [ 7th ] (r7) aspheric surface data]

epsilon=-0.52095x10, A4=-0.30068x10<sup>-1</sup>, A6= 0.30856x10<sup>-2</sup>, A8=-0.17047x10<sup>-3</sup>, A10= 0.10885x10<sup>-6</sup>

[0041]

## 《実施例 3》

f=4.212, FNO=4.00

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

r1\*= 1.823

d1= 1.195 N1=1.48749  $\nu$ 1= 70.44(L1)

r2\*= 17.003

d2= 0.300

r3=  $\infty$ (ST)

d3= 0.575

r4\*= -1.231

d4= 1.371 N2=1.53048  $\nu$ 2= 55.72(L2)

r5\*= -0.881

d5= 0.100

r6\*= 4.980

d6= 0.749 N3=1.58340  $\nu$ 3= 30.23(L3)

r7\*= 1.193

d7= 0.500

r8=  $\infty$ d8= 0.500 N4=1.51680  $\nu$ 4= 64.20(GF)r9=  $\infty$ 

[0042]

[Page [ 1st ] (r1) aspheric surface data]

epsilon= 0.41144, A4= 0.85264x10<sup>-2</sup>, A6= 0.61779x10<sup>-2</sup>, A8=-0.18563x10<sup>-2</sup>,  
A10=-0.12302x10<sup>-2</sup>

[Page [ 2nd ] (r2) aspheric surface data]

epsilon= 0.16000x10<sup>2</sup>, A4=-0.94292x10<sup>-2</sup>, A6=-0.39468x10<sup>-1</sup>, A8= 0.43553x10<sup>-1</sup>,  
A10=-0.19370x10<sup>-1</sup>

[Page [ 4th ] (r4) aspheric surface data]

epsilon= 0.19571x10, A4=-0.22360x10<sup>-1</sup>, A6=-0.23890, A8= 0.29336, A10= 0.36819

[Page [ 5th ] (r5) aspheric surface data]

$\epsilon = 0.66179 \times 10^{-1}$ ,  $A_4 = 0.59525 \times 10^{-1}$ ,  $A_6 = -0.70445 \times 10^{-1}$ ,  $A_8 = 0.15571 \times 10^{-1}$ ,  $A_{10} = 0.54156 \times 10^{-2}$

[Page [ 6th ] (r6) aspheric surface data]

$\epsilon = 0.12482 \times 10$ ,  $A_4 = -0.14933$ ,  $A_6 = 0.56598 \times 10^{-1}$ ,  $A_8 = -0.76101 \times 10^{-2}$ ,  $A_{10} = -0.24802 \times 10^{-4}$

[Page [ 7th ] (r7) aspheric surface data]

$\epsilon = -0.60000 \times 10$ ,  $A_4 = -0.74292 \times 10^{-1}$ ,  $A_6 = 0.64193 \times 10^{-2}$ ,  $A_8 = 0.15186 \times 10^{-2}$ ,  $A_{10} = -0.29432 \times 10^{-3}$

[0043]

[Table 1]

	条件式 (1)	条件式 (2)	条件式 (3)	条件式 (4)	条件式 (5)
	$f / f_G$	$TG / f_G$	$ f_3  / f_P$	$T_3 / f$	$VG$
实施例 1	1. 7 9	0. 9 2	0. 1 0	0. 2 1	7 0. 4 4
实施例 2	0. 7 3	0. 1 7	1. 0 5	0. 2 9	6 1. 2 8
实施例 3	1. 0 3	0. 2 9	1. 1 7	0. 1 8	7 0. 4 4

[0044]

[Effect of the Invention]

According to this invention, as explained above, optical-character ability is good, to a temperature change, there is little performance degradation and low cost and the compact image pick-up lens for solid state image sensors can be realized. And if it uses for digital input devices concerning this invention, such as a camera of cellular-phone loading of an image pick-up lens, and a digital camera, it can contribute to high-performance-izing of the device concerned, advanced features, low-cost-izing, and miniaturization.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The lens block diagram of the gestalt (example 1) of the 1st operation.

[Drawing 2] The lens block diagram of the gestalt (example 2) of the 2nd operation.

[Drawing 3] The lens block diagram of the gestalt (example 3) of the 3rd operation.

[Drawing 4] The aberration Fig. of an example 1.

[Drawing 5] The aberration Fig. of an example 2.

[Drawing 6] The aberration Fig. of an example 3.

[Description of Notations]

L1 -- The 1st lens

ST -- Aperture diaphragm

L2 -- The 2nd lens

L3 -- The 3rd lens

GF -- Glass filter

AX -- Optical axis

---

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The lens block diagram of the gestalt (example 1) of the 1st operation.

[Drawing 2] The lens block diagram of the gestalt (example 2) of the 2nd operation.

[Drawing 3] The lens block diagram of the gestalt (example 3) of the 3rd operation.

[Drawing 4] The aberration Fig. of an example 1.

[Drawing 5] The aberration Fig. of an example 2.

[Drawing 6] The aberration Fig. of an example 3.

[Description of Notations]

L1 -- The 1st lens

ST -- Aperture diaphragm

L2 -- The 2nd lens

L3 -- The 3rd lens

GF -- Glass filter

AX -- Optical axis

---

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-163786

(P2004-163786A)

(43) 公開日 平成16年6月10日(2004.6.10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G02B 13/00

G02B 13/18

F1

G02B 13/00

G02B 13/18

テーマコード(参考)

2H087

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願2002-331617(P2002-331617)

(22) 出願日

平成14年11月15日(2002.11.15)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

(74) 代理人 100111811

弁理士 山田 茂樹

(72) 発明者 磯野 雅史

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

Fターム(参考) 2H087 KA03 LA01 NA08 PA03 PA17

PB03 QA02 QA03 QA06 QA12

QA21 QA26 QA37 QA39 QA41

QA45 RA05 RA12 RA13 RA32

RA43 UA01

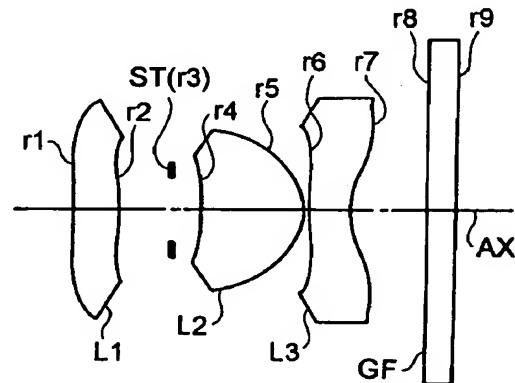
(54) 【発明の名称】 撮像レンズ

(57) 【要約】

【課題】 ガラスレンズとプラスチックレンズを適切に配置することにより、光学性能が良好で温度変化に対して性能劣化が少なく、低コスト・コンパクトな固体撮像素子用の撮像レンズを提供する。

【解決手段】 固体撮像素子に像を形成するレンズ3枚構成の撮像レンズであって、物体側から順に、正の第1レンズ(L1)と、開口絞り(ST)と、正の第2レンズ(L2)と、像面側に凹面を向けた負の第3レンズ(L3)とで構成され、第1、第2レンズ(L1、L2)のうちのいずれか一方がガラスレンズ、他方がプラスチックレンズであり、第3レンズ(L3)がプラスチックレンズであり、条件式： $0.3 < f/f_G < 2.6$  ( $f$  : 全系の焦点距離、 $f_G$  : 正のガラスレンズの焦点距離)を満足する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

固体撮像素子に像を形成するレンズ 3 枚構成の撮像レンズであって、物体側から順に、正の第 1 レンズと、開口絞りと、正の第 2 レンズと、像面側に凹面を向けた負の第 3 レンズとで構成され、前記第 1、第 2 レンズのうちのいずれか一方がガラスレンズ、他方がプラスチックレンズであり、前記第 3 レンズがプラスチックレンズであり、以下の条件式 (1) を満足することを特徴とする撮像レンズ；

$$0.3 < f / f_G < 2.6 \quad \cdots (1)$$

ただし、

$f$  : 全系の焦点距離、

$f_G$  : 正のガラスレンズの焦点距離、

である。

10

## 【請求項 2】

固体撮像素子に像を形成するレンズ 3 枚構成の撮像レンズであって、物体側から順に、正の第 1 レンズと、開口絞りと、正の第 2 レンズと、像面側に凹面を向けた負の第 3 レンズとで構成され、前記第 1、第 2 レンズのうちのいずれか一方がガラスレンズ、他方がプラスチックレンズであり、前記第 3 レンズがプラスチックレンズであり、以下の条件式 (2) を満足することを特徴とする撮像レンズ；

$$0.05 < TG / f_G < 1.35 \quad \cdots (2)$$

ただし、

$TG$  : 正のガラスレンズの軸上レンズ厚み、

$f_G$  : 正のガラスレンズの焦点距離、

である。

20

## 【請求項 3】

固体撮像素子に像を形成するレンズ 3 枚構成の撮像レンズであって、物体側から順に、正の第 1 レンズと、開口絞りと、正の第 2 レンズと、像面側に凹面を向けた負の第 3 レンズとで構成され、前記第 1、第 2 レンズのうちのいずれか一方がガラスレンズ、他方がプラスチックレンズであり、前記第 3 レンズがプラスチックレンズであり、以下の条件式 (3) を満足することを特徴とする撮像レンズ；

$$|f_3| / f_P < 2.6 \quad \cdots (3)$$

ただし、

$f_3$  : 第 3 レンズの焦点距離、

$f_P$  : 正のプラスチックレンズの焦点距離、

である。

30

## 【請求項 4】

固体撮像素子に像を形成するレンズ 3 枚構成の撮像レンズであって、物体側から順に、正の第 1 レンズと、開口絞りと、正の第 2 レンズと、像面側に凹面を向けた負の第 3 レンズとで構成され、前記第 1、第 2 レンズのうちのいずれか一方がガラスレンズ、他方がプラスチックレンズであり、前記第 3 レンズがプラスチックレンズであり、以下の条件式 (4) を満足することを特徴とする撮像レンズ；

$$0.05 < T_3 / f < 0.5 \quad \cdots (4)$$

ただし、

$T_3$  : 第 3 レンズの軸上レンズ厚み、

$f$  : 全系の焦点距離、

である。

40

## 【請求項 5】

固体撮像素子に像を形成するレンズ 3 枚構成の撮像レンズであって、物体側から順に、正の第 1 レンズと、開口絞りと、正の第 2 レンズと、像面側に凹面を向けた負の第 3 レンズとで構成され、前記第 1、第 2 レンズのうちのいずれか一方がガラスレンズ、他方がプラスチックレンズであり、前記第 3 レンズがプラスチックレンズであり、以下の条件式 (5)

50

）を満足することを特徴とする撮像レンズ；

$VG > 5.8 \quad \dots (5)$

ただし、

$VG$ ：正のガラスレンズのアッペ数、  
である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は撮像レンズに関するものであり、更に詳しくは被写体の映像を固体撮像素子で取り込むデジタル入力機器（デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ等）に適した小型の撮像レンズに関するものである。 10

【0002】

【従来の技術】

近年、パーソナルコンピュータ等の普及に伴い、手軽に画像情報をデジタル機器に取り込むことができるデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ等（以下単に「デジタルカメラ」という。）が個人ユーザーレベルで普及しつつある。このようなデジタルカメラは、今後も画像情報の入力機器として益々普及することが予想される。

【0003】

また、デジタルカメラに搭載されるCCD（Charge Coupled Device）等の固体撮像素子の小型化が進展してきており、それに伴ってデジタルカメラにも一層の小型化が求められている。このため、デジタル入力機器において最大の容積を占める撮像レンズにも、コンパクト化が強く要望されている。撮像レンズを小型化するには固体撮像素子のサイズを小さくするのが最も容易な方法ではあるが、そのためには受光素子のサイズを小さくする必要があり、固体撮像素子の製造難易度が上がるとともに撮像レンズに要求される性能も高くなる。 20

【0004】

一方、固体撮像素子のサイズをそのままにして撮像レンズのサイズを小さくすると、必然的に射出瞳位置が像面に近づいてしまう。射出瞳位置が像面に近づくと、撮像レンズから射出された軸外光束が像面に対して斜めに入射するため、固体撮像素子の前面に設けられているマイクロレンズの集光性能が十分に発揮されず、画像の明るさが画像中央部と画像周辺部とで極端に変化するという問題が生じることになる。この問題を解決するために撮像レンズの射出瞳位置を遠くに離そうとすると、どうしても撮像レンズ全体の大型化が避けられなくなる。 30

【0005】

さらに近年の低価格化競争のため、撮像レンズにも低コスト化の要望が強くなってきている。以上のような要望に対し、固体撮像素子用のレンズ3枚構成の撮像レンズが特許文献1、2で提案されている。

【0006】

【特許文献1】

特表2002-517773号公報

【特許文献2】

特開2002-98889号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特許文献1記載の撮像レンズは、全てのレンズがプラスチックレンズで構成されている。このため、温度変化に対して性能劣化が大きいという問題がある。また、画角が50度程度であり、撮像レンズとして使用するには画角が充分でない。特許文献2記載の撮像レンズは、ガラスレンズ2枚とプラスチックレンズ1枚で構成されているが、この構成ではガラスレンズを2枚使用しているにもかかわらず、温度変化による性能劣化が大きくなってしまふ。さらに、ガラスレンズを2枚も使用しているために高コストになってし 50

まう。

【0008】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、ガラスレンズとプラスチックレンズを適切に配置することにより、光学性能が良好で温度変化に対して性能劣化が少なく、低コストかつコンパクトな固体撮像素子用の撮像レンズを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、第1の発明の撮像レンズは、固体撮像素子に像を形成するレンズ3枚構成の撮像レンズであって、物体側から順に、正の第1レンズと、開口絞りと、正の第2レンズと、像面側に凹面を向けた負の第3レンズとで構成され、前記第1、第2レンズのうちのいずれか一方がガラスレンズ、他方がプラスチックレンズであり、前記第3レンズがプラスチックレンズであり、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする

$$0.3 < f / f_G < 2.6 \quad \dots (1)$$

ただし、

$f$  : 全系の焦点距離、

$f_G$  : 正のガラスレンズの焦点距離、

である。

【0010】

第2の発明の撮像レンズは、固体撮像素子に像を形成するレンズ3枚構成の撮像レンズであって、物体側から順に、正の第1レンズと、開口絞りと、正の第2レンズと、像面側に凹面を向けた負の第3レンズとで構成され、前記第1、第2レンズのうちのいずれか一方がガラスレンズ、他方がプラスチックレンズであり、前記第3レンズがプラスチックレンズであり、以下の条件式(2)を満足することを特徴とする。

$$0.05 < TG / f_G < 1.35 \quad \dots (2)$$

ただし、

$TG$  : 正のガラスレンズの軸上レンズ厚み、

$f_G$  : 正のガラスレンズの焦点距離、

である。

【0011】

第3の発明の撮像レンズは、固体撮像素子に像を形成するレンズ3枚構成の撮像レンズであって、物体側から順に、正の第1レンズと、開口絞りと、正の第2レンズと、像面側に凹面を向けた負の第3レンズとで構成され、前記第1、第2レンズのうちのいずれか一方がガラスレンズ、他方がプラスチックレンズであり、前記第3レンズがプラスチックレンズであり、以下の条件式(3)を満足することを特徴とする。

$$|f_3| / f_P < 2.6 \quad \dots (3)$$

ただし、

$f_3$  : 第3レンズの焦点距離、

$f_P$  : 正のプラスチックレンズの焦点距離、

である。

【0012】

第4の発明の撮像レンズは、固体撮像素子に像を形成するレンズ3枚構成の撮像レンズであって、物体側から順に、正の第1レンズと、開口絞りと、正の第2レンズと、像面側に凹面を向けた負の第3レンズとで構成され、前記第1、第2レンズのうちのいずれか一方がガラスレンズ、他方がプラスチックレンズであり、前記第3レンズがプラスチックレンズであり、以下の条件式(4)を満足することを特徴とする。

$$0.05 < T_3 / f < 0.5 \quad \dots (4)$$

ただし、

$T_3$  : 第3レンズの軸上レンズ厚み、

$f$  : 全系の焦点距離、

10

20

30

40

50



である。

#### 【0013】

第5の発明の撮像レンズは、固体撮像素子に像を形成するレンズ3枚構成の撮像レンズであって、物体側から順に、正の第1レンズと、開口絞りと、正の第2レンズと、像面側に凹面を向けた負の第3レンズとで構成され、前記第1、第2レンズのうちのいずれか一方がガラスレンズ、他方がプラスチックレンズであり、前記第3レンズがプラスチックレンズであり、以下の条件式(5)を満足することを特徴とする。

$$VG > 5.8 \quad \dots (5)$$

ただし、

VG：正のガラスレンズのアッペ数、

である。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る撮像レンズの実施の形態を、図面を参照しつつ説明する。図1～3に、第1～第3の実施の形態のレンズ構成をそれぞれ光学断面で示す。各実施の形態の撮像レンズはいずれも、固体撮像素子（例えばCCD）に対して光学像を形成する撮像用（例えばデジタルカメラ用）の単焦点レンズである。そして、物体側から順に、正の第1レンズ(L1)と、開口絞り(ST)と、正の第2レンズ(L2)と、像面側に凹面を向けた負の第3レンズ(L3)と、のレンズ3枚構成になっており、その像面側には光学的ローパスフィルター等に相当する平行平板状のガラスフィルター(GF)が配置されている。また、第1～第3の実施の形態において、すべてのレンズ面(r1, r2, r4～r7)は非球面になっている。

#### 【0015】

各実施の形態のレンズ構成を更に詳しく説明する。第1の実施の形態において、第1レンズ(L1)は像面側に凸面を向けた正のメニスカス形状を有するプラスチックレンズであり、第2レンズ(L2)は像面側に凸面を向けた正のメニスカス形状を有するガラスレンズであり、第3レンズ(L3)は像面側に凹面を向けた負のメニスカス形状を有するプラスチックレンズである。第2の実施の形態において、第1レンズ(L1)は物体側に凸面を向けた正のメニスカス形状を有するガラスレンズであり、第2レンズ(L2)は像面側に凸面を向けた正のメニスカス形状を有するプラスチックレンズであり、第3レンズ(L3)は両凹形状を有する負のプラスチックレンズである。第3の実施の形態において、第1レンズ(L1)は物体側に凸面を向けた正のメニスカス形状を有するガラスレンズであり、第2レンズ(L2)は像面側に凸面を向けた正のメニスカス形状を有するプラスチックレンズであり、第3レンズ(L3)は像面側に凹面を向けた負のメニスカス形状を有するプラスチックレンズである。

#### 【0016】

各実施の形態のように、パワー（焦点距離の逆数で定義される量）の配置が正・正・負のレンズタイプにおいて、第1、第2レンズ(L1, L2)のうちのいずれか一方をガラスレンズ、他方をプラスチックレンズとし、第3レンズ(L3)を像面側に凹面を向けたプラスチックレンズとすることにより、固体撮像素子用の撮像レンズに必要な射出瞳位置、光学性能、コスト、コンパクト性及び製造性を良好にバランスさせることが可能となる。これを効果的に実現するための条件を以下に説明する。

#### 【0017】

まず、各実施の形態の撮像レンズが満足すべき条件式、つまり各実施の形態のようなタイプの撮像レンズにおいて満たすことが望ましい条件式を説明する。ただし、以下に説明する全ての条件式を同時に満たす必要はなく、個々の条件式を光学構成に応じてそれぞれ単独に満足すれば、対応する作用・効果を達成することは可能である。もちろん、複数の条件式を満足する方が、光学性能、小型化、製造・組立等の観点からより望ましいことはいうまでもない。

#### 【0018】

10

20

30

40

50

以下の条件式 (1) を満足することが望ましい。

$$0.3 < f / f_G < 2.6 \quad \dots (1)$$

ただし、

$f$  : 全系の焦点距離、

$f_G$  : 正のガラスレンズの焦点距離、

である。

#### 【0019】

条件式 (1) は、正・正・負のうちの正のガラスレンズに関して、温度変化による性能変化と各収差性能とをバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式 (1) の下限を越えると、温度変化による性能変化が大きくなる。逆に、条件式 (1) の上限を越えると、温度変化による性能変化は小さくなるが、歪曲収差やコマ収差が悪化してしまう。

10

#### 【0020】

以下の条件式 (2) を満足することが望ましい。

$$0.05 < TG / f_G < 1.35 \quad \dots (2)$$

ただし、

$TG$  : 正のガラスレンズの軸上レンズ厚み、

$f_G$  : 正のガラスレンズの焦点距離、

である。

#### 【0021】

条件式 (2) は、正・正・負のうちの正のガラスレンズに関して、温度変化による性能変化とガラスレンズの製造条件とをバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式 (2) の上限を越えると、温度変化による性能変化が大きくなる。逆に、条件式 (2) の下限を越えると、温度変化による性能変化は小さくなるが、ガラスレンズが薄くなりすぎてしまい、レンズ周辺部での厚みが十分に確保できなくなって製造できなくなる。

20

#### 【0022】

以下の条件式 (3) を満足することが望ましい。

$$|f_3| / f_P < 2.6 \quad \dots (3)$$

ただし、

$f_3$  : 第3レンズ ( $L_3$ ) の焦点距離、

$f_P$  : 正のプラスチックレンズの焦点距離、

である。

30

#### 【0023】

条件式 (3) は、ガラスレンズ以外のプラスチックレンズに関して、温度変化による性能変化をバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式 (3) の条件範囲を外れると、温度変化による性能変化が大きくなってしまう。

#### 【0024】

以下の条件式 (4) を満足することが望ましい。

$$0.05 < T_3 / f < 0.5 \quad \dots (4)$$

ただし、

$T_3$  : 第3レンズ ( $L_3$ ) の軸上レンズ厚み、

$f$  : 全系の焦点距離、

である。

40

#### 【0025】

条件式 (4) は、正・正・負のうち唯一の負レンズである第3レンズ ( $L_3$ ) に関して、温度変化による性能変化と各収差性能とをバランスさせるための条件範囲を規定している。条件式 (4) の上限を越えると、温度変化による性能変化が大きくなる。逆に、条件式 (4) の下限を越えると、温度変化による性能変化は小さくなるが、歪曲収差やコマ収差が悪化してしまう。

#### 【0026】

以下の条件式 (5) を満足することが望ましい。

50

$V G > 5.8 \quad \dots (5)$

ただし、

$V G$  : 正のガラスレンズのアッベ数、  
である。

【0027】

条件式(5)は、ガラスレンズの色収差補正に関する条件範囲を規定している。条件式(5)の条件範囲を外れると、ガラスレンズの色収差補正が不足し、全体として色収差が悪化してしまう。また、プラスチックレンズで条件式(5)を満足しようとする、非常に高価な材料となってしまう。

【0028】

各実施の形態のように、全てのレンズの少なくとも1面が非球面であることが望ましい。第1～第3レンズ(L1～L3)のそれぞれに非球面を少なくとも1面設けることは、球面収差、コマ収差及び歪曲収差の補正に大きな効果がある。また、各実施の形態の撮像レンズは、入射光線を屈折作用により偏向させる屈折型レンズ(つまり、異なる屈折率を有する媒質同士の界面で偏向が行われるタイプのレンズ)のみで構成されているが、使用可能なレンズはこれに限らない。例えば、回折作用により入射光線を偏向させる回折型レンズ、回折作用と屈折作用との組み合わせで入射光線を偏向させる屈折・回折ハイブリッド型レンズ、入射光線を媒質内の屈折率分布により偏向させる屈折率分布型レンズ等を用いてもよい。ただし、媒質内で屈折率が変化する屈折率分布型レンズは、その複雑な製法がコストアップを招くため、本発明に係る撮像レンズでは3枚のレンズ(L1～L3)として均質素材レンズを用いることが望ましい。

【0029】

また各実施の形態において、光学的なパワーを有しない面(例えば、反射面、屈折面、回折面)を光路中に配置することにより、撮像レンズの前、後又は途中で光路を折り曲げてもよい。折り曲げ位置は必要に応じて設定すればよく、光路の適正な折り曲げにより、撮像レンズが搭載されるデジタル入力機器(デジタルカメラ等)の見かけ上の薄型化やコンパクト化を達成することが可能である。また、絞り(ST)のほかに不要光をカットするための光束規制板等を必要に応じて配置してもよい。

【0030】

各実施の形態の撮像レンズは、デジタル入力機器用の小型撮像レンズとしての使用に適しており、これを光学的ローパスフィルターや固体撮像素子と組み合わせることにより、被写体の映像を光学的に取り込んで電気的な信号として出力する撮像レンズ装置を構成することができる。撮像レンズ装置は、被写体の静止画撮影や動画撮影に用いられるカメラ(例えば、デジタルカメラ；ビデオカメラ；デジタルビデオユニット、パーソナルコンピュータ、モバイルコンピュータ、ペン型スキャナー、携帯電話、携帯情報端末(PDA: Personal Digital Assistant)等に内蔵又は外付けされるカメラ)の主たる構成要素であり、例えば、物体(被写体)側から順に、物体の光学像を形成する撮像レンズと、光学的ローパスフィルターと、撮像レンズにより形成された光学像を電気的な信号に変換する固体撮像素子と、で構成される。

【0031】

したがって、上述した各実施の形態には以下の構成を有する発明(i)～(iv)が含まれており、その構成により、良好な光学性能を有し低コストでコンパクトな撮像レンズ装置を実現することができる。そして、これをデジタルカメラ等に適用すれば、当該カメラの高性能化、高機能化、低コスト化及びコンパクト化に寄与することができる。

(i) 光学像を形成する撮像レンズと、その撮像レンズにより形成された光学像を電気的な信号に変換する固体撮像素子と、を備えた撮像レンズ装置であって、前記撮像レンズが、物体側から順に、正の第1レンズと、開口絞りと、正の第2レンズと、像面側に凹面を向けた負の第3レンズとで構成され、前記第1、第2レンズのうちのいずれか一方がガラスレンズ、他方がプラスチックレンズであり、前記第3レンズがプラスチックレンズであり、前記条件式(1)～(5)のうちの少なくとも1つを満足することを特徴とする

10

20

30

40

50

撮像レンズ装置。

(i i) 光学像を形成する撮像レンズと、その撮像レンズにより形成された光学像を電気的な信号に変換する固体撮像素子と、を備えた撮像レンズ装置であって、前記撮像レンズが、物体側から順に、正の第1レンズと、開口絞りと、正の第2レンズと、負の第3レンズとで構成され、前記第1、第2レンズのうちのいずれか一方がメニスカス形状のガラスレンズ、他方がメニスカス形状のプラスチックレンズであり、前記第3レンズが像面側に凹面を向けたメニスカス形状又は両凹形状のプラスチックレンズであり、前記条件式(1)～(5)のうちの少なくとも1つを満足することを特徴とする撮像レンズ装置。

(i i i) 前記第1～第3レンズがそれぞれ非球面を少なくとも1面有することを特徴とする上記(i)又は(ii)記載の撮像レンズ装置。

(i v) 前記第1～第3レンズが全て均質素材レンズであることを特徴とする上記(i)～(i i i)のいずれか1つに記載の撮像レンズ装置。

10

#### 【0032】

固体撮像素子としては、例えば複数の画素から成るCCDやCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサー等が用いられ、撮像レンズにより形成された光学像は固体撮像素子により電気的な信号に変換される。撮像レンズで形成されるべき光学像は、固体撮像素子の画素ピッチにより決定される所定の遮断周波数特性を有する光学的ローパスフィルターを通過することにより、電気的な信号に変換される際に発生するいわゆる折り返しノイズが最小化されるように、空間周波数特性が調整される。固体撮像素子で生成した信号は、必要に応じて所定のデジタル画像処理や画像圧縮処理等が施されて、デジタル映像信号としてメモリー（半導体メモリー、光ディスク等）に記録されたり、場合によってはケーブルを介したり赤外線信号に変換されたりして他の機器に伝送される。

20

#### 【0033】

なお、撮像レンズの最終面と固体撮像素子との間に配置される光学的ローパスフィルターは、各実施の形態ではガラスフィルター(GF)で構成されているが、使用されるデジタル入力機器に応じたものであればよい。例えば、所定の結晶軸方向が調整された水晶等を材料とする複屈折型ローパスフィルターや、必要とされる光学的な遮断周波数の特性を回折効果により達成する位相型ローパスフィルター等が適用可能である。

30

#### 【0034】

##### 【実施例】

以下、本発明を実施した撮像レンズを、コンストラクションデータ等を挙げて更に具体的に説明する。ここで挙げる実施例1～3は、前述した第1～第3の実施の形態にそれぞれ対応しており、第1～第3の実施の形態を表すレンズ構成図(図1～図3)は、対応する実施例1～3のレンズ構成をそれぞれ示している。各実施例のコンストラクションデータにおいて、 $r_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ ) は物体側から数えて*i*番目の面の曲率半径(mm)、 $d_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ ) は物体側から数えて*i*番目の軸上面間隔(mm)を示しており、 $N_i$  ( $i=1, 2, 3, 4$ )、 $v_i$  ( $i=1, 2, 3, 4$ ) は物体側から数えて*i*番目の光学要素のd線に対する屈折率( $N_d$ )、アッペ数( $v_d$ )を示している。全系の焦点距離( $f$ , mm)及びFナンバー(FNO)を他のデータとあわせて示し、また、各条件式の対応値を表1に示す。

40

#### 【0035】

曲率半径 $r_i$ に\*印が付された面は、非球面形状の屈折光学面又は非球面と等価な屈折作用を有する面であることを示し、非球面の面形状を表わす以下の式(AS)で定義されるものとする。各実施例の非球面データを他のデータとあわせて示す。

$$X(H) = (C_0 \cdot H^2) / \{1 + \sqrt{1 - \epsilon \cdot C_0^2 \cdot H^2}\} + \sum (A_i \cdot H^i) \quad \dots (AS)$$

ただし、式(AS)中、

$X(H)$  : 高さHの位置での光軸(AX)方向の変位量(面頂点基準)、

H : 光軸(AX)に対して垂直な方向の高さ、

50

C O : 近軸曲率 ( $= 1 / \text{曲率半径}$ )、

$\epsilon$  : 2次曲面パラメータ、

A i : i 次の非球面係数 ( $A i = 0$  の場合のデータは省略する。)、  
である。

### 【0036】

図4～図6は、実施例1～実施例3に対応する収差図であり、図4～図6中、(A)は球面収差図、(B)は非点収差図、(C)は歪曲収差図である{FNO:Fナンバー、Y':最大像高(mm)}。球面収差図において、実線(d)はd線、一点鎖線(g)はg線、二点鎖線(c)はc線に対する各球面収差量(mm)を表しており、破線(SC)は正弦条件不満足量(mm)を表している。非点収差図において、破線(DM)はメリディオナル面、実線(DS)はサジタル面でのd線に対する各非点収差(mm)を表わしている。また、歪曲収差図において実線はd線に対する歪曲(%)を表している。

10

### 【0037】

#### 《実施例1》

f=3.382, FNO=2.80

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

r1\*= -10.748

d1= 0.756 N1=1.53048  $\nu$ 1= 55.72(L1)

20

r2\*= -6.165

d2= 0.933

r3=  $\infty$ (ST)

d3= 0.500

r4\*= -12.672

d4= 1.734 N2=1.48749  $\nu$ 2= 70.44(L2)

r5\*= -0.898

d5= 0.100

30

r6\*= 5.623

d6= 0.700 N3=1.58340  $\nu$ 3= 30.23(L3)

r7\*= 1.145

d7= 1.300

r8=  $\infty$

d8= 0.500 N4=1.51680  $\nu$ 4= 64.20(GF)

40

r9=  $\infty$

### 【0038】

[第1面(r1)の非球面データ]

$\epsilon = -0.49000 \times 10^{-2}$ ,  $A4 = 0.19628 \times 10^{-1}$ ,  $A6 = 0.42261 \times 10^{-2}$ ,  $A8 = -0.14046 \times 10^{-2}$ ,  $A10 = 0.24571 \times 10^{-3}$

[第2面(r2)の非球面データ]

$\epsilon = -0.61499 \times 10^{-2}$ ,  $A4 = 0.46300 \times 10^{-1}$ ,  $A6 = 0.58156 \times 10^{-2}$ ,  $A8 = -0.55287 \times 10^{-2}$ ,  $A10 = 0.25143 \times 10^{-3}$

50

- 2

[第4面 (r 4) の非球面データ]

$\varepsilon = -0.10000 \times 10$ ,  $A4 = -0.36178 \times 10^{-1}$ ,  $A6 = -0.35359 \times 10^{-1}$ ,  $A8 = 0.33661 \times 10^{-1}$ ,  $A10 = -0.76906 \times 10^{-1}$

[第5面 (r 5) の非球面データ]

$\varepsilon = -0.10000 \times 10$ ,  $A4 = 0.88131 \times 10^{-2}$ ,  $A6 = -0.10394$ ,  $A8 = 0.66365 \times 10^{-1}$ ,  $A10 = -0.21004 \times 10^{-1}$

[第6面 (r 6) の非球面データ]

$\varepsilon = -0.19193 \times 10$ ,  $A4 = -0.51842 \times 10^{-1}$ ,  $A6 = 0.75512 \times 10^{-3}$ ,  $A8 = 0.23514 \times 10^{-2}$ ,  $A10 = -0.21619 \times 10^{-2}$  10

[第7面 (r 7) の非球面データ]

$\varepsilon = -0.45157 \times 10$ ,  $A4 = -0.44404 \times 10^{-1}$ ,  $A6 = 0.19663 \times 10^{-1}$ ,  $A8 = -0.73281 \times 10^{-2}$ ,  $A10 = 0.92529 \times 10^{-3}$

【0039】

## 《実施例2》

f=5.403, FNO=2.80

20

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッベ数]

r1\*= 3.427

d1= 1.256 N1=1.58913  $\nu$ 1= 61.28(L1)

r2\*= 13.824

d2= 0.643

r3=  $\infty$ (ST)

d3= 0.972

r4\*= -3.551

d4= 1.640 N2=1.53048  $\nu$ 2= 55.72(L2)

r5\*= -1.328

d5= 0.100

r6\*= -31.222

d6= 1.584 N3=1.58340  $\nu$ 3= 30.23(L3)

r7\*= 2.125

d7= 0.800

r8=  $\infty$ d8= 0.500 N4=1.51680  $\nu$ 4= 64.20(GF)r9=  $\infty$ 

40

【0040】

[第1面 (r 1) の非球面データ]

$\varepsilon = 0.45664$ ,  $A4 = 0.50687 \times 10^{-2}$ ,  $A6 = 0.84990 \times 10^{-3}$ ,  $A8 = -0.13419 \times 10^{-4}$ ,  $A10 = 0.45261 \times 10^{-4}$

50

[第2面 (r 2) の非球面データ]

$$\varepsilon = 0.13638 \times 10^{-2}, A4 = 0.12538 \times 10^{-1}, A6 = -0.40314 \times 10^{-2}, A8 = 0.29052 \times 10^{-2}, A10 = -0.63264 \times 10^{-3}$$

[第4面 (r 4) の非球面データ]

$$\varepsilon = 0.20000 \times 10^{-1}, A4 = -0.17811 \times 10^{-1}, A6 = -0.44803 \times 10^{-1}, A8 = 0.25403 \times 10^{-1}, A10 = -0.27515 \times 10^{-2}$$

[第5面 (r 5) の非球面データ]

$$\varepsilon = 0.28496, A4 = -0.90398 \times 10^{-3}, A6 = 0.58812 \times 10^{-2}, A8 = -0.40268 \times 10^{-2}, A10 = 0.10098 \times 10^{-2}$$

[第6面 (r 6) の非球面データ]

$$\varepsilon = 0.0, A4 = -0.60414 \times 10^{-1}, A6 = 0.15910 \times 10^{-1}, A8 = -0.10850 \times 10^{-2}, A10 = -0.90198 \times 10^{-4}$$

[第7面 (r 7) の非球面データ]

$$\varepsilon = -0.52095 \times 10^{-1}, A4 = -0.30068 \times 10^{-1}, A6 = 0.30856 \times 10^{-2}, A8 = -0.17047 \times 10^{-3}, A10 = 0.10885 \times 10^{-6}$$

[0041]

### 《実施例3》

20

f=4.212, FNO=4.00

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率] [アッペ数]

r1\*= 1.823

d1= 1.195 N1=1.48749  $\nu$ 1= 70.44(L1)

r2\*= 17.003

d2= 0.300

r3=  $\infty$ (ST)

d3= 0.575

r4\*= -1.231

d4= 1.371 N2=1.53048  $\nu$ 2= 55.72(L2)

r5\*= -0.881

d5= 0.100

r6\*= 4.980

d6= 0.749 N3=1.58340  $\nu$ 3= 30.23(L3)

r7\*= 1.193

d7= 0.500

r8=  $\infty$

d8= 0.500 N4=1.51680  $\nu$ 4= 64.20(GF)

r9=  $\infty$

40

[0042]

[第1面 (r 1) の非球面データ]

50

$$\varepsilon = 0.41144, A4 = 0.85264 \times 10^{-2}, A6 = 0.61779 \times 10^{-2}, A8 = -0.18563 \times 10^{-2}, A10 = -0.12302 \times 10^{-2}$$

【第2面 (r2) の非球面データ】

$$\varepsilon = 0.16000 \times 10^2, A4 = -0.94292 \times 10^{-2}, A6 = -0.39468 \times 10^{-1}, A8 = 0.43553 \times 10^{-1}, A10 = -0.19370 \times 10^{-1}$$

【第4面 (r4) の非球面データ】

$$\varepsilon = 0.19571 \times 10, A4 = -0.22360 \times 10^{-1}, A6 = -0.23890, A8 = 0.29336, A10 = 0.36819$$

【第5面 (r5) の非球面データ】

$$\varepsilon = 0.66179 \times 10^{-1}, A4 = 0.59525 \times 10^{-1}, A6 = -0.70445 \times 10^{-1}, A8 = 0.15571 \times 10^{-1}, A10 = 0.54156 \times 10^{-2}$$

【第6面 (r6) の非球面データ】

$$\varepsilon = 0.12482 \times 10, A4 = -0.14933, A6 = 0.56598 \times 10^{-1}, A8 = -0.76101 \times 10^{-2}, A10 = -0.24802 \times 10^{-4}$$

【第7面 (r7) の非球面データ】

$$\varepsilon = -0.60000 \times 10, A4 = -0.74292 \times 10^{-1}, A6 = 0.64193 \times 10^{-2}, A8 = 0.15186 \times 10^{-2}, A10 = -0.29432 \times 10^{-3}$$

【0043】

【表1】

	条件式(1)	条件式(2)	条件式(3)	条件式(4)	条件式(5)
	f/fG	TG/fG	f3 /fP	T3/f	VG
実施例1	1.79	0.92	0.10	0.21	70.44
実施例2	0.73	0.17	1.05	0.29	61.28
実施例3	1.03	0.29	1.17	0.18	70.44

【0044】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、光学性能が良好で温度変化に対して性能劣化が少なく、低コストかつコンパクトな固体撮像素子用の撮像レンズを実現することができる。そして、本発明に係る撮像レンズを携帯電話搭載のカメラやデジタルカメラ等のデジタル入力機器に用いれば、当該機器の高性能化、高機能化、低コスト化及びコンパクト化に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態（実施例1）のレンズ構成図。

【図2】第2の実施の形態（実施例2）のレンズ構成図。

【図3】第3の実施の形態（実施例3）のレンズ構成図。

【図4】実施例1の収差図。

【図5】実施例2の収差図。

【図6】実施例3の収差図。

【符号の説明】

L1 … 第1レンズ

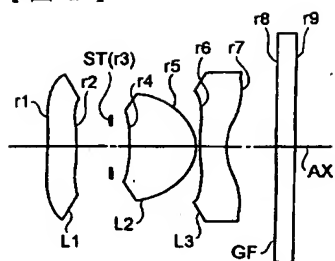
ST … 開口絞り

L2 … 第2レンズ

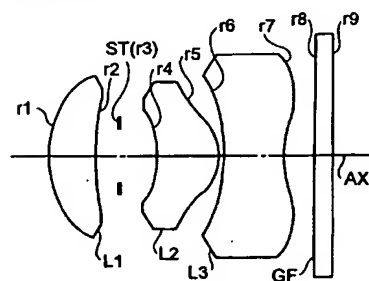


L 3 … 第 3 レンズ  
 G F … ガラスフィルター  
 A X … 光 軸

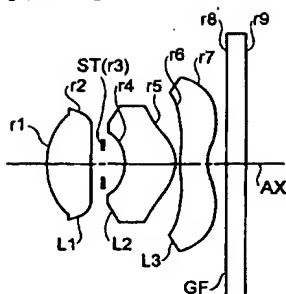
【 図 1 】



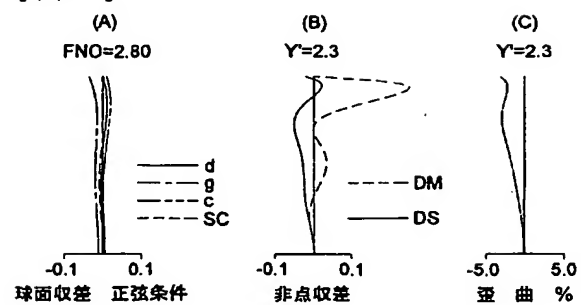
【 図 2 】



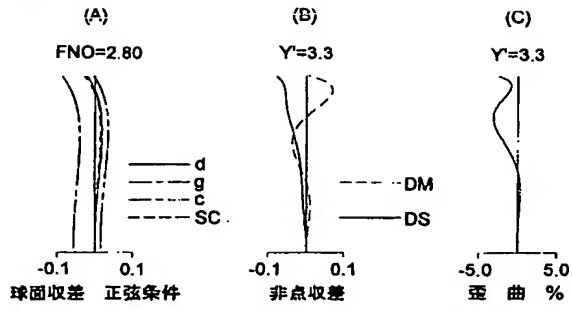
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

